

土佐湾，手結地先の異なる水深に生育するカジメ の形態，密度および現存量について

富永春江¹・芹沢如此古²・大野正夫³

¹ 新日本気象海洋株式会社 421-0212 静岡県志太郡大井川町利右衛門1334-5

² 東京水産大学藻類学研究室 108-8477 東京都港区港南4-5-7

³ 高知大学海洋生物教育研究センター 781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻194

Morphology, density and biomass of *Ecklonia cava* Kjellman growing in different depths off the Tei coast in Tosa Bay, Japan.

Harue TOMINAGA¹, Yukihiro SERISAWA² and Masao OHNO³

¹ Institute of General Science for Environment, Shin-Nippon Meteorological and Oceanographical Consultant Co., LTD., Riemon 1334-5, Ohigawa-cho, Shita-gun, Shizuoka 421-0212, Japan

² Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan.

³ Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-1164, Japan. (email: mohno@cc, kochi-u. ac. jp)

Abstract: *Ecklonia cava* Kjellman grows on the rocky shore from low tide mark to a depth of approximately 15m at sites facing the open sea along the coast of Tei in Tosa Bay, Southern Japan. A monthly survey of the *Ecklonia cava* community was carried out at sites from 2-13m depth in dense kelp bed; 3-5m, 5-7.5m, 7.5-10m, 10-12.5m. The water temperature at the study site was 15°C (in winter) and 26-28°C (in summer). Salinity ranged among 33.5-35.5 PSU and was turbidity usually under 1.0.

The average plant length (primary blade length and stipe length) of adult plants was 21.4-33.5cm, 4.0-11.4cm in the stipe length and 17.4-24.3cm in the primary blade length. Plants in 5-10m of water depth were longer than those in shallower or deeper plants. Stipe diameter, primary blade width, median fascia width and the longest bladelet length was 6.3-8.6mm, 5.0-5.4cm, 2.4-3.0cm and 19.7-33.7cm. Biomass was 1.8-4.1wet.w.kg/m² and density of adult plant was 19-31 individuals/m². *Ecklonia cava* growing in this area was smaller than that growing in the coast of the Izu and Shima peninsula, central Japan where water temperatures were cooler.

Key words: *Ecklonia cava*, Morphology, Ecology, Tosa Bay

カジメ *Ecklonia cava* Kellman (褐藻，コンブ科) は太平洋沿岸の中部から南部に広く分布する多年生の大型海藻であり，海中林と呼ばれる密な群落を形成して沿岸生態系に大きな役割を果たしている。これまでに土佐湾に繁茂するカジメは，伊豆半島下田近海のカジメと比較すると小型であり密生すると報告されており (大野，石川 1982)，幼体時期には葉状部にシワが見られるが多くは成体になると消失するなど (笠原，大野 1983)，ほかの海域のカジメと比較して形態や生態が異なることが指摘されてきた。また，土佐湾では室戸地先にシワが通年見られるクロメが生育していることも報告されており (Tsutsui *et al.* 1996)，土佐湾産カジメ属の知見

の集積が必要であると考えられてきた。今回は土佐湾手結地先のカジメ群落ついて、周年にわたり異なる水深に生育する個体群を調査し、形態と密度および現存量に関して新しい知見が得られたので報告する。

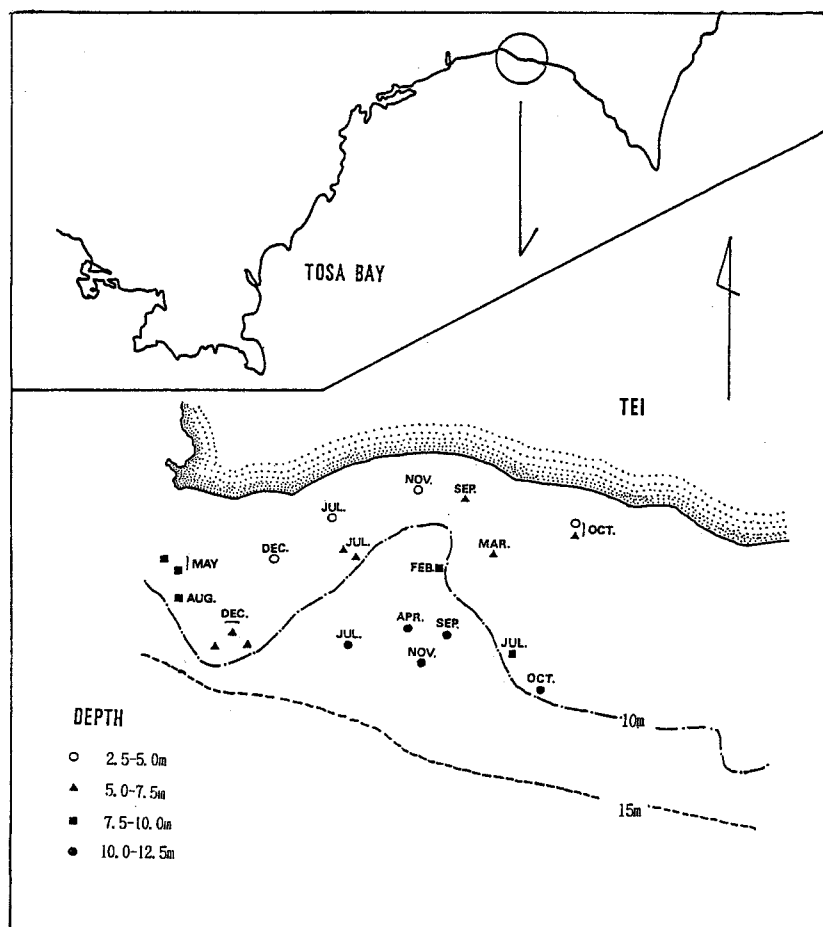


Fig. 1. Map showing study site, sampling period and depth off the Tei coast in Tosa Bay, southern Japan.

調査方法

調査は高知県夜須町手結地先において、1992年2月から12月まで月1回行なった (Fig. 1)。異なる水深別に2-4箇所を選び、方形枠 (50 cm × 50 cm) を用いた刈り取り (坪刈り) を行なった。水深の区分は水深2.5-5.0 m (浅域)、水深5.0-7.5 m (中央域)、水深7.5-10.0 m (深域)、水深10.0-12.5 m (最深域) の4区分とした。採取された藻体は水深区分別に、生重量 (葉生重 + 茎生重)、個体数と下記に示すような各部位の計測を行った (Fig. 2)。採集された藻体のうち側葉を持たず生長輪の見られない個体を幼体とし、その他を便宜上成体と定義した。なお、水深区分別に成体の藻体各部位の値を周年平均値と標準偏差で表わし、生重量と個体数から単位

面積 1 m^2 当たりの現存量と成体の密度を算出した。

藻長：付着器直上から中央葉先端までの長さ (PL: Plant length)

中央葉長：側葉原基から中央葉先端までの長さ (PBL: Primary blade length)

茎長：付着器直上から側葉原基直下までの長さ (SL: Stipe length)

茎径：付着器直上の直径 (SD: Stipe diameter)

中央葉幅：最長1次側葉の基部からその対称となる側葉の基部までの幅 (PBW: Primary blade width)

中央部の中央葉幅：中央葉幅のうち、縁辺をのこして幾分厚みが加わった中央部分の幅 (MFW: Median fascia width)

最長側葉長：最も長い1次側葉の基部から先端部までの長さ (LBIL: Longest bladelet Length)

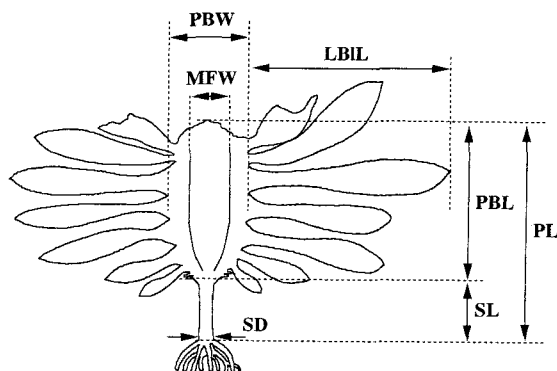


Fig. 2. Diagrammatic illustration of measurements taken from the thallus of *Ecklonia cava*.

結果と考察

生育環境

調査区域は黒潮の分流の影響がある海域で、約3kmの海岸線に沿って沖合いに向けて水深7-8m付近までが岩礁地帯となっており、それより水深15m付近までは大小の転石地帯である。カジメは低潮線直下から水深15m付近まで生育しており、水深2-13mの岩礁上でよく繁茂していた (Fig. 3A)。

水質環境は表1に示したように、水温は春季は20℃前後であるが、7-9月の夏季は26-29℃となった。10月後半でも25℃を越えており、11月に23℃、12月でも18℃を越えていた。一般に土佐湾では黒潮の影響で水温が冬季でも15℃を下回らないという特徴があり、調査期間中の最低水温も2月の15℃であった。

Table 1. Temperature, salinity and transparency at study site in 1992

	Depth(m)	W. T(°C)	Salinity	Tarbidity
Feb. 26	10	15.2	35.45	0.81
Mar. 30	0	18.8	35.09	0.58
	6	18.7	35.22	1.05
Apr. 24	0	19.6	33.74	1.94
	11	19.6	34.37	1.88
May 20	0	21.8	32.86	1.01
	8	20.9	34.82	1.04
Jun. 17	0	24.6	33.53	0.37
	10	23.9	33.97	0.34
Jul. 30	0	28.7	33.84	0.45
	3	26.8	33.83	0.57
Aug. 11	0	28.9	32.14	2.34
	7.5	26.2	33.47	1.99
Sept. 16	0	27.8	33.61	0.41
	6	27.5	33.91	0.31
Oct. 19	0	25.2	34.86	0.61
	10	25.0	34.86	0.76
Nov. 18	0	22.8	35.79	0.36
	12	22.7	35.78	0.27
Dec. 16	0	18.4	34.53	1.51
	3	18.5	34.52	0.97

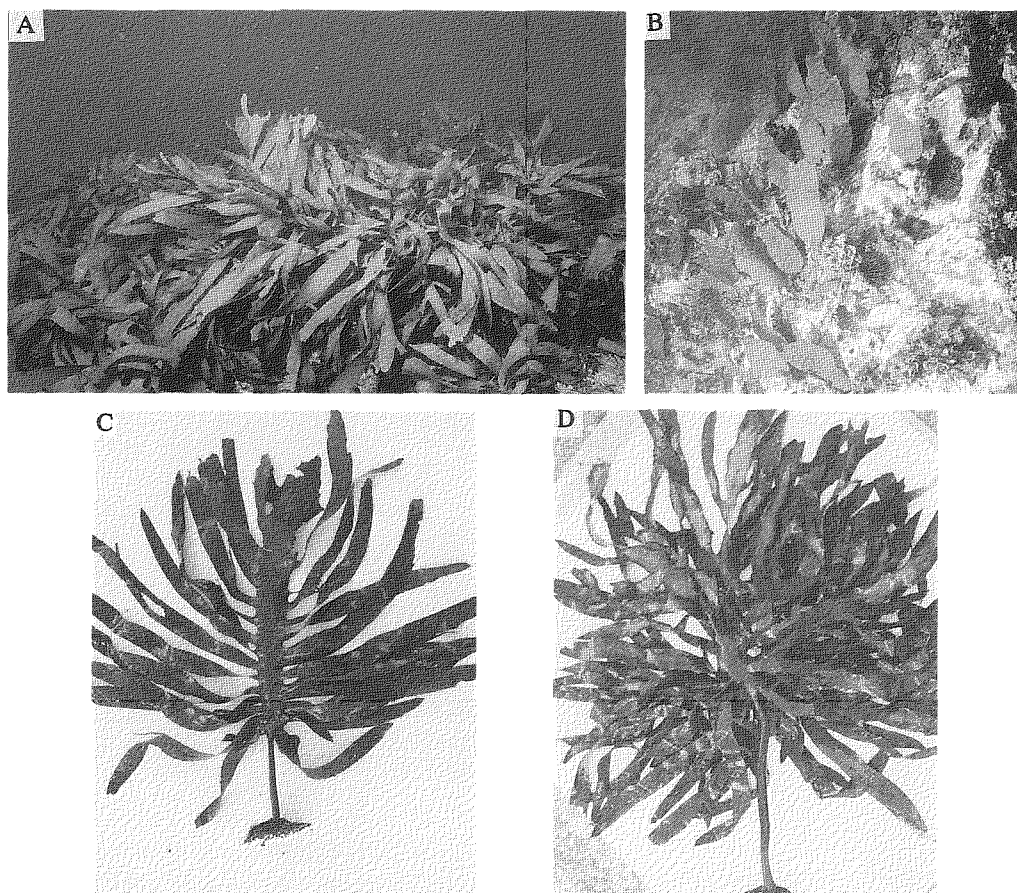


Fig. 3. *Ecklonia cava* community (A) and their shape (B, C, D).

塩分は降雨により一時的に下がるが、近くに大きな河川がないので夏季に表層水で32.14 PSUという一時的な極小値を記録したものの、33.5-35.5 PSUの範囲を推移していた。濁度は波浪が強い時に2.34度と極大値を示したが、多くの調査時では1.0度以下であった。

形態

手結におけるカジメ群集とその形態について Fig. 3B, C, D に示した。手結地先では1年令の個体が周年にわたってみられ、子嚢斑は8月下旬から多く認められるようになり、12月頃まで残っていた。側葉を持たない幼体時には、中央葉にシワの見られる個体が多かったが、充分生長した個体にはシワは見られなかった。手結産カジメに関する水深別の形態を藻体各部位の周年平均値として示すが、季節的変異は標準偏差に表われている。

藻長、中央葉長の水深区分別の変動を Fig. 4 に示した。藻長は中央域で最大71.8 cm であったが、平均藻長は浅域で21.4 cm、中央域で33.5 cm、深域で29.9 cm、最深域で23.6 cm であった。1981年に同じ区域で周年測定されたカジメは最大藻長が74 cm であり、平均藻長は水深3-5 m で55.3 cm、水深7-10 m で33.9-60.2 cm、水深12-13 m で28.9-69.4 cm であることが報告されて

いる(大野, 石川 1982). 最大藻長は一致しているものの, これらの平均藻長はいずれも今回の調査結果より大きく, 1981年に比べて手結のカジメ個体群は小型になっていた. カジメ群落はギャップ更新を行い, 大きな台風で群落の一部が流出すると, 翌年からそのギャップは群落更新期となって若齢小型の群集となることが報告されている(Maegawa, Kida 1989, 1991). しかし, 今回のように群落全体として小型になっているというような場合は, むしろ地球温暖化のような周囲を取り巻く環境の変化に起因している可能性が考えられる. 水温が夏季でも25°C程度の南伊豆産カジメの藻長は大きいものでは3mに達することが知られている(林田 1984). また, 室戸産クロメでは, 側葉も含めた藻体全体の長さが79.9-109.5 cmであり, 手結カジメより幾分大きい藻体であった(Tsutsui et al. 1996). 中央葉長は中央域で最大55 cmに達し, 平均中央葉長は浅域で17.4 cm, 中央域で24.3 cm, 深域で18.5 cm, 最深域で18.1 cmであった. 中央葉長は浅域で短く, 中央域で最も長い値を示した. 藻長に占める中央葉の割合は茎部より大きかった. 静岡県下田市鍋田地先のカジメの平均中央葉長は17 cm程度と報告されており(芹澤ら 1998), 中央葉長に関しては手結産のカジメの方が幾分長いことがわかった.

茎長と茎径の水深区分別の変動をFig. 5に示した. 平均茎長は浅域で4.0 cm, 中央域で10.1 cm, 深域で11.4 cm, 最深域で8.0 cmであり, 平均茎径は浅域で6.3 mm, 中央域で8.5 mm, 深域で7.6 mm, 最深域で8.6 mmであった. 茎径, 茎長とも浅域でやや低い値であり, 茎長は中央域から深域でやや高い値を示した. カジメ, クロメは水深が深いところでは茎長が比較的長くなると報告されているが(喜田, 前川 1982, 大野, 石川 1982, 筒井, 大野 1992), 今回の調査では最深域で若干値が低下していた. 最深域では岩礁の周囲が砂地であるた

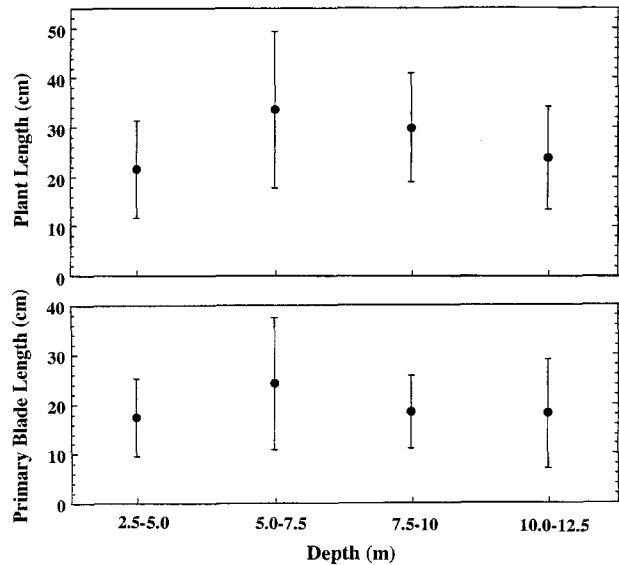


Fig. 4. Variation of the plant length and primary blade length of *Ecklonia cava* growing in different depths.

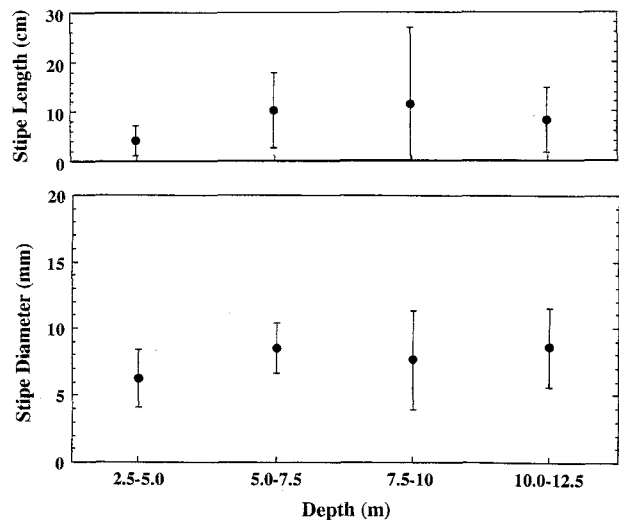


Fig. 5. Variation of the stipe length and stipe diameter of *Ecklonia cava* growing in different depths.

め、水深にともなった光量の低下に加え、砂の巻き上げなどによっても光量が低下する環境にあるため、生長が制限されたものと推察される。1981年の同所でのカジメの平均茎長は水深3-5mで14.7-31.3cm、水深7-10mで13.4-34.8cmであり、水深12-13mでは冬季から初春にかけて急激に大きくなり約50cmになったと報告されており(大野, 石川 1982), いずれの水深においても今回の結果の方が小さい値を示している。カジメの茎長と茎径の関係は茎径の値に上限値を持つ拡張相対生長式で表されることが報告されている(前川, 喜田 1984)。今回の調査から得られた茎径の最大値は最深域の15.5mmであったが、三重県志摩半島御座のカジメの値23.4mm(喜田, 前川 1982)に比べ7.9mm、静岡県下田市鍋田及び南伊豆町下流のカジメの値約27mm(林田 1977)に比べ11.5mm小さかった。手結地先のカジメと南伊豆や志摩半島に生育するカジメとの形態上の最も異なる点は茎状部が短く細い点であると言える。南伊豆産のカジメでは最も長い個体の茎長は2m以上となり(岩橋ら 1979, 林田 1984)、志摩半島産カジメでは南伊豆産カジメより短く、最大茎長は55-90cmほどである(喜田, 前川 1982, 1983)。室戸産のクロメの茎径は12-16mmであり、茎長は18.8-38.7cmであると報告されており(Tsutsui et al. 1996)、手結カジメに比べ幾分茎状部が太く長い傾向がみられる。

平均中央葉幅は、浅域で5.4cm、中央域で5.0cm、深域で5.3cm、最深域で5.0cmであり、中央部の中央葉幅の平均値は浅域で3.0cm、中央域で2.7cm、深域で2.4cm、最深域で2.8cmであり、いずれも水深による差異がほとんどみられなかった(Fig. 6)。室戸産クロメの中央葉幅は7.8-12.0cmであり(Tsutsui et al. 1996)であり、手結カジメの値の倍近い値である。

最長側葉長は浅域で19.7cm、中央域で27.4cm、深域で33.7cm、最深域で28.3cmであった(Fig. 7)。1981年の同所のカジメの最長側葉長は水深3-5mと7-10mでは6月に最大になり46.6-49.0cmに達し、水深3-5mでは周年40cm以上で、水深7-10mでは短い時期でも25cm程度、水深12mでは20-35cmであると報告されている(大野, 石川 1982)。今回の結果では中央域から最深域までの

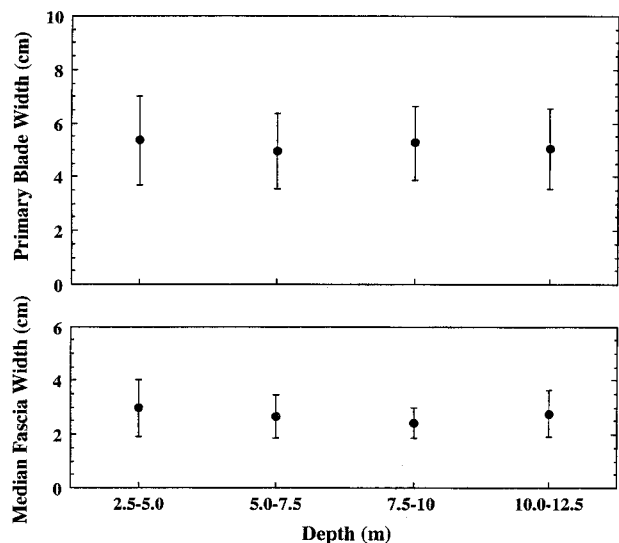


Fig. 6. Variation of the primary blade width and median fascia width of *Ecklonia cava* growing in different depths.

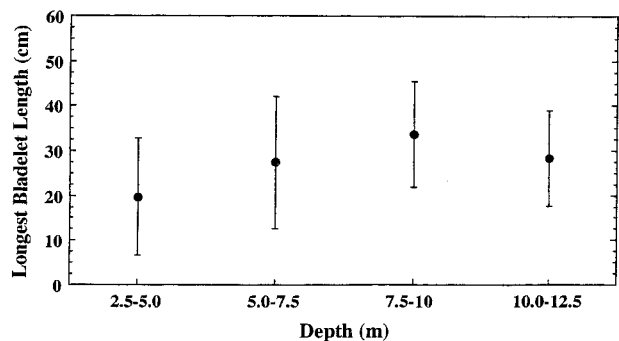


Fig. 7. Variation of the longest bladelet length of *Ecklonia cava* growing in different depths.

値はいずれも1981年の変動の範囲内にあったが、浅域では1981年の結果に比べ著しく小さかった。

個体群密度と現存量

個体群密度は浅域で27株/m²、中央域31株/m²、深域で21株/m²、最深域で19株/m²であった (Fig. 8)。1981年に行われた同所の調査によると、水深3-5mでは年間平均個体数は10-26株/m²、水深7-10mでは20-26株/m²、水深12mでは17株/m²であり (大野, 石川 1982)、今回の調査と比較するとほぼ一致した値といえる。

静岡県下田市須崎嵐留地先では平均株数は1-6株/m²であり (岩橋 1968)、静岡県南伊豆町下流地先では年間平均11株/m² (林田 1986)、静岡県下田市鍋田地先では1980-81年の調査では17-22株/m² (Yokohama et al. 1987)、1995-96年の調査では12-17株/m² (芹澤 1998)と報告されている。これらの違いは1年令が多くある群落は個体数が多く、老令化した群落は個体数が少なくなると推察されるが、このよなことを考慮しても土佐湾の方が個体密度は高いと言える。

現存量は生重量で浅域で2.5 kg/m²、中央域で4.1 kg/m²、深域で2.9 kg/m²、最深域で1.8 kg/m²であり、中央域が最も高い値であった。1981年の同所の調査では夏季には水深3-5mで10.0 kg/m²、水深7-10mで6.4 kg/m²であり、冬季には水深3-5mで4 kg/m²、水深7-10mで2.6 kg/m²であり (大野, 石川 1982)、今回の結果に比べかなり大きな値であることがわかる。今回の調査では株数はほぼ同じでありながら現存量はかなり低い値であったが、これはカジメの

藻体が小型になっていることと関係しているものと推察される。興味深いことに下田市鍋田地先のカジメ群落の現存量は1980-81年の調査では乾重量で0.9-2.7 kg/m²であり (Yokohama et al. 1987)、これを生重量に換算すると9-27 kg/m²となり、1995-96年の調査結果の生重量で4.9-10.2 kg/m² (芹澤 1998) に比べ倍以上の値を示している。また、志摩半島のカジメの現存量は乾重で0.5-1.2 kg/m²と報告されており (前川, 喜田 1987)、これを生重量に換算すると5-12 kg/m²となり、現在の下田市鍋田地先の値とほぼ一致している。下田市鍋田地先のカジメ群落の現存量が、1981年においても今回の調査においても手結のものよりも高い値を示しているのは、下田のカジメでは茎状部が長く葉部が発達しており、さらに垂直的な群落構造であるためと考えられる。

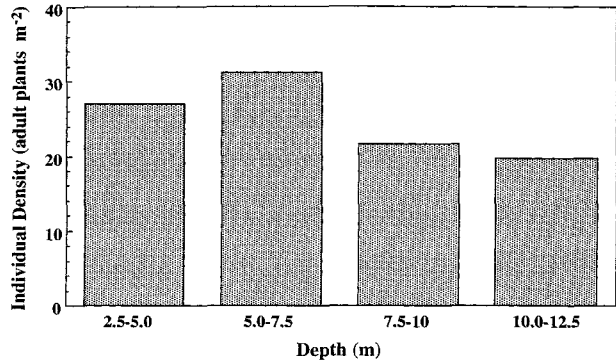


Fig. 8. Variation of the individual density of *Ecklonia cava* growing in different depth.

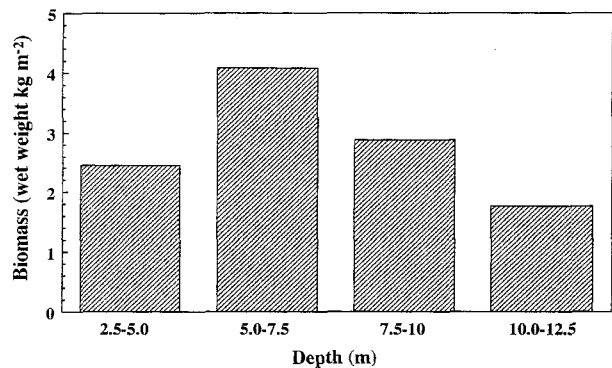


Fig. 9. Variation of the biomass of *Ecklonia cava* growing in different depths.

謝 辞

潜水調査および採集に御協力いただいた高知大学海洋生物教育研究センター技官井本善次氏と西日本科学技術研究所の田井野清也氏に感謝の意を表す。

引用文献

- 林田文郎 1977. 海中林構成種カジメの年令と生長について. 日水誌, **43**: 1043-1051.
- 林田文郎 1984. カジメの群落生態学的研究-II. カジメの生長について. 東海大学洋学部紀要, **18**: 275-280
- 林田文郎 1986. カジメの群落生態学的研究-III. カジメ群落の構造について. 東海大学海洋学部紀要, **22**: 159-169.
- 岩橋義人 1968. 伊豆半島沿岸のアラメ・カジメの生態的研究-II. カジメの生育量の季節変化. 静岡水試研報, **1**: 33-36.
- 岩橋義人, 稲葉繁雄, 伏見浩, 佐々木正, 大須賀穂作 1979. 伊豆半島沿岸のアラメ・カジメの生態学的研究-IV. 分布と群落の性状. 静岡水試研報, **13**: 75-82.
- 笠原均, 大野正夫 1983. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究III. 個体の生長と形態の変化. 高知大海洋生物研報, **4**: 59-73.
- 喜田和四郎, 前川行幸 1982. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-I. 志摩半島御座岬周辺における群落の分布と構造. 三重大水実研報, **3**: 41-45.
- 喜田和四郎, 前川行幸 1983. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-II. 熊野灘沿岸各地域における群落の分布と構造. 三重大水産研報, **10**: 57-69.
- 前川行幸, 喜田和四郎 1984. アラメ・カジメ群落に関する生態学的研究-IV. カジメの藻体における相対生長の季節変化. 三重大水産研報, **11**: 199-206.
- 前川行幸, 喜田和四郎 1987. アラメ及びカジメ群落の生産構造に関する研究. 藻類, **35**: 34-40.
- MAEGAWA, M. and W. KIDA 1989. Regeneration process of *Ecklonia* marine forest in the coastal area of Shima Peninsula, central Japan. *Jpn. J. Phycol.*, **37**: 194-200.
- MAEGAWA, M. and W. KIDA 1991. Distributional pattern of *Ecklonia cava* (Phaeophyta) marine forest in the coast of Shima Peninsula, central Japan. *Jpn. J. Phycol.*, **39**: 173-178.
- 大野正夫, 石川美樹 1982. 土佐湾産カジメ類の生理生態学的研究I. 群落の周年変化. 高知大海洋生物研報 **4**: 59-73.
- 芹澤如比古, 秋野秀樹, 横濱康繼, 有賀祐勝 1998. 静岡県下田市鍋田湾に生育するカジメ個体群の特徴. 藻類, **46**: 92.
- 筒井功, 大野正夫 1992. 和歌山県白浜産クロメの成長・成熟と形態の季節的变化. 藻類, **40**: 39-46.
- TSUTSUI, I., S. ARAI, T. TERAWAKI and M. OHNO 1996. A morphometric comparison of *Ecklonia kuroma* (Laminariales, Phaeophyta) from Japan. *Phycol. Res.*, **44**: 215-222.
- YOKOHAMA, Y., J. TANAKA and M. CHIHARA 1987. Productivity of the *Eckloniacava* community. *Bot. Mag. Tokyo*, **100**: 129-141.

(Accepted 30 October, 1999)